

例谈高中物理“复杂”问题“简单化”教学策略的应用

姚中化

(深圳市教育科学研究院 广东 深圳 518029)

(收稿日期:2023-01-03)

摘要:基于《普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)》要求,立足教学实际,结合教学指导实践,就如何深入浅出、实现复杂的物理问题“简单化”教学方式,提出教学策略,以期为促进学科核心素养课堂落实提供有效范例。

关键词:新课程标准;“复杂问题简单化”教学策略;可视化

物理学科核心素养的培养需建立在深入理解物理学科本质的基础上得以实现;而物理本质又常常隐藏在复杂的现象和关联之中.如何精准定位物理本质,引导学生寻找物理本质的最简之路?在教学策略上如何通过“通俗化”“形象化”“拆解化”“可视化”“情境化”等手段降低思维难度,实现复杂问题“简单化”?

1 语言“通俗化”

高中物理知识的理论性和系统性较强,根据认知心理学,课堂教学中,需要结合学生的认知水平,将那些深奥的理论巧妙地转化为浅显的知识,化晦涩为畅达、化深奥为浅显,将抽象的问题直观化,才能真正形成学生认知的一部分。

例:用两个物理量之比定义一个新物理量的方法,是中学物理常用的方法.虽然学生在初中阶段已经接触过以两个或多个物理量之比定义一个新的物理量的方法,但是,用该方法定义不同的物理量时,对学生思维转化要求较高,多数初学者很难从这种抽象的定义式中深刻领悟每个具体概念的物理意义。

【例1】某版本《普通高中教科书·物理·必修第三册》关于“电场强度”的定义:“大量实验表明,在电场的同一点,电场力的大小 F 与试探电荷的电量 q 之比是恒定的,与试探电荷的电量无关,它只与场源电荷以及试探电荷在电场中的具体位置有关,也就是说, F 与 q 的比值反映了电场自身的某种性质.物理学中把放入电场某点处的试探电荷受到的电场力 F 与它的电荷量 q 之比,叫作电场在该点的

电场强度(electric field strength),简称场强,用符号 E 表示,即 $E = \frac{F}{q}$ 。”

上述例1是现行新教材中用两个物理量电场力 F 与试探电荷的电荷量 q 之比定义电场强度这个概念的一段描述,这种简化的、经典的定义方法,使教材内容的呈现更加简洁、严谨,但缺乏宜读性。

为了帮助初学者理解概念的物理意义,在实际课堂教学中,在保证科学性前提下,需要先舍弃其部分严谨性,创设物理情境,抓住主要问题和问题的主要方面,通过通俗的语言,对比分析,引导学生探究电场强度概念的建立过程,再逼近真理,逐步得出电场强度的科学定义.例如下面的真实教学设计片段。

案例:如图1所示,在电荷 Q 电场的空间,有 A 、 B 两点,为了比较 A 、 B 两点的强弱,可以用同一个试探电荷在 A 、 B 两点受力大小进行比较。

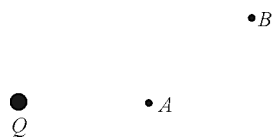


图1 案例情境图

然而,如果在 A 点放置一个电荷量是8单位的试探电荷,受力是40单位,而在 B 点放置一个2单位试探电荷,受力是6单位,那么,又如何合理地比较这两点的强弱?(学生思考)

师:带电荷量多的试探电荷受力大,带电荷量少的试探电荷受力小,是否受力大的地方场强就大?

提示:为此,需要一个“公平”的比较方式,即分析在试探电荷上平均每一个单位电荷受力的大小。

设计如下板书(先板书“ $\frac{40}{8}$ 单位和 $\frac{6}{2}$ 单位”).

$$\text{电场强度} \leftarrow E \leftarrow \frac{F}{q} \leftarrow \frac{40}{8} \text{ 单位} = 5 \text{ 单位}$$

$$\text{电场强度} \leftarrow E \leftarrow \frac{F}{q} \leftarrow \frac{6}{2} \text{ 单位} = 3 \text{ 单位}$$

于是就用 F 与 q 的比值,表示该处电场的强弱——电场强度.

说明:在教学过程中,板书从 $\frac{40}{8}$ 和 $\frac{6}{2}$ 开始先向右得出“5 单位和 3 单位”,再分别向左逆推,更加直观地呈现用物理量之比定义新物理量的实际物理意义,避免了物理量之比定义法中因为纯符号呈现所导致的抽象性,避免了“死记公式”的现象.

在抽象的新概念建立过程中,摆脱对教材的过度依赖,通过“通俗化”的语言,帮助学生将晦涩的专业术语“翻译”为“直白”表达方式,也不失为“变复杂为简单”的一条途径.

2 巧设类比 化抽象为形象

将抽象的问题通过各种教学手段,使之“可视化”,实现“简单化”,便于学生的理解和记忆.例:能量观念是物理学科核心素养的重要观念之一,“功能关系”贯穿高中物理学习的全过程,也是高中物理几大知识板块(力、热、电、光、原)的一条“主线”.很多中学生对“功能关系”不能深入理解,尤其是对多个研究对象参与的复杂物理过程.

【例2】板块模型:如图2所示,物块A以某一初速度在木板B上滑动,通过摩擦力带动木板B运动.比较摩擦力对A、B所做功大小及A、B的动能改变量的关系.

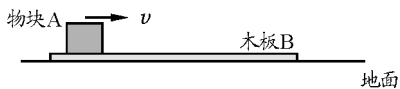


图2 例2题图

以上模型类比为如图3所示情境,二者类比如表1所示.

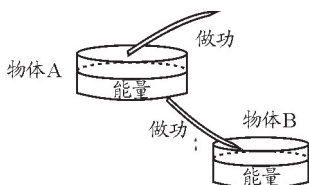


图3 板块模型可视化类比情境

表1 板块模型类比

研究对象及物理量	可视化类比物
物块 A	容器 A
木板 B	容器 B
A 具有的动能	容器 A 里面盛装的水
B 具有的动能	容器 B 里面盛装的水
摩擦力做功	水管输水
摩擦力对 A 做的负功	A 容器通过水管流出的水
摩擦力对 B 做的正功	B 容器通过水管流入的水
系统动能减少量	水管因为破裂漏掉的水

若研究对象增多,且物理情境再复杂些,如图4所示,木板B运动过程中撞击到物体C,全过程中有水平拉力 F 作用在物块A上,且地面不光滑,则可进行图5所示类比,这样,将不可视的抽象物理过程通过类比实现“可视化”,从而实现复杂的物理过程“简单化”.



图4 多物体复杂情境

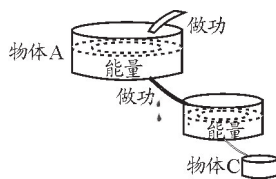


图5 复杂情境类比

3 破解原理 拆解过程

高考评价要求“加强阅读能力的考查,考生需具备获取信息、加工处理信息的能力,通过理解文本、符号、图形、表格等,透过现象看到本质,发现蕴含的规律或原理”.由于物理题呈现的篇幅过于精简,考生往往会出现“读不懂题”的现象.提高物理学科阅读能力,首先需要实现“文字符号向物理情境的转化”.

【例3】如图6所示,一半径为 R 的光滑绝缘半球面开口向下,固定在水平面上,整个空间存在竖直向下的匀强磁场,一电荷量为 q ($q > 0$)、质量为 m 的小球 P 在球面上做水平的匀速圆周运动,圆心为 O' ,球心 O 到该圆周上任一点的连线与竖直方向的夹角为 θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$),重力加速度为 g ,为了使小球能够在该圆周上运动,求磁感应强度的最小值及小球 P

相应的速率 v .

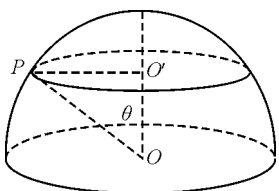


图6 例3题图

在笔者之前的一线教学中,曾经对该题进行过常规方法的习题讲授——根据物理情境,运用规律,一步步求解.一节课下来,通过反馈:学生虽然认可笔者的解题过程,承认解题的每一步过程都很严谨,但是他们自己却很茫然于老师为何能想到要运用那一系列的物理规律来求解,对笔者布置的课后巩固训练题仍然无从下手.说明这节课的教学效果极为不理想.

通过教学反思,笔者得出结论:由于该题干过于简练,文字描述的逻辑关系过于隐含,其情境的复杂程度超出了班级多数学生的分析能力,大部分学生有读“穿越剧”的感觉,难以找到其内在的因果关系.在习题讲解中,需要教师帮助学生“拆解”题干,显化物理情境,将复杂的物理关系逐层剖解,合理的“搭梯子”,充分获取文字信息,再进行“组合”.在另一个班级的习题分析中,笔者做了以下改进.

下面是笔者曾经在一线教学中的一次真实教学片段记录.

师:如图7所示,一个光滑半球形的物体,开口向下平放,在上面自然放置一个小球,小球能否静止在上面?



图7 光滑半球上自然放置一个小球

生:不能.

师:如何才能让小球静止在半球上?

生:可以对小球加一个外力.

师:如果加一个指向半球轴的合适的水平外力,可否使小球静止?

生:可以.

师:如果加一个竖直方向的磁场,小球能否得到一个指向半球轴的水平力?

生:需要小球带电,并且沿着正确的方向旋转,半球绝缘.

师:如果外加磁场较弱,小球能否在水面内旋转?

生:根据 $f_{洛} = qBv$ 只要速率 v 足够大,洛伦兹力也随之增大,可以实现.

教师提示:由于 $F_{向} = \frac{mv^2}{r}$,随着速率 v 增大,水平方向所需要的向心力也等比例增大.

生:需要磁感应强度的大小 B 满足一定条件.

教师提示:以小球所在位置的切斜面对小球进行受力分析(竖直方向受力平衡,水平方向,洛伦兹力和弹力的分力提供向心力),列方程组求解.

在第二个班级的教学反馈中,学生普遍反映“是真的理解了”,通过同一个课后练习题的反馈,教学效果大幅提升.

结合物理原理,帮助学生将复杂的物理现象,拆解为一个个简单的物理过程.再引申拓展,多角度剖析,多方法解答,科学架构,帮助学生找到现象、知识之间的内在逻辑关系,将看似纷繁复杂的物理知识体系化、完整化,再将“简单化”的物理问题回归到合理的认知高度,提升学生分析问题、解决问题的能力,培养科学的思维方式,形成系统化知识和能力体系.

综上所述,不管在新授课、复习课、习题课讲解过程中,采用上述策略以“简单化”切入,使原本“看不见”“摸不着”“听不懂”“解不出”的复杂问题,突然变得“简单”起来.应当指出的是,高中物理教学过程,对教师和学生个人因素具有较大的依存性,我们需要正视学生的个体差异和学能体现,坚持教学的针对性原则,结合学生的思维特征,俯下身去,设身处地,了解他们的心理需求,改进物理教学方式,把“复杂”的物理问题“简单化”,才能在此基础上进一步培养学生的科学思维和学科能力,凸显物理学科对提高学生核心素养的独特作用,帮助学生实现终身发展.

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版2020年修改)[S]. 北京:人民教育出版社,2020:5.
- [2] 广东教育出版社. 普通高中教科书物理必修第三册[M]. 广州:广东教育出版社,2019:8.